

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 05231837

(43)Date of publication of application: 07.09.1993

(51)Int.Cl.

G01B 11/24  
G01N 21/88

(21)Application number: 04173562

(71)Applicant:

TOSHIBA CORP

(22)Date of filing: 01.07.1992

(72)Inventor:

KOIKE KIKUYO

INOUE MITSUJI

GOTO YUKIHIRO

FUKUTOME YUJI

(30)Priority

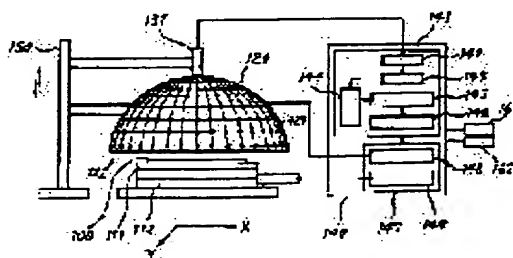
Priority number: 03342809 Priority date: 25.12.1991 Priority country: JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR MEASURING SHAPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve measurement accuracy by eliminating unneeded information from image information by subtracting image data due to reflection light from an object to be measured which is illuminated at each specified angle.

CONSTITUTION: A lighting part 120 is provided with a plurality of LEDs 122... which are laid out regularly in the direction of latitude and that of longitude of a supporting member 121 in hollow semi-spherical shape which shields disturbance light. When an ITV camera 131 lights arbitrary LEDs..., an image of light which is irradiated onto a brilliance surface of an object 100 to be measured and is reflected upward



vertically is picked up. An image-processing device 141 is provided with an amplification circuit 142, an A/D conversion circuit 143, an image memory 144, an operation circuit 145, etc. The memory 144 stores the image signal which is taken in by one lighting of an LED 122 as one image data and then stores it at a specified address in sequence. the operation circuit 145 reads two image data which are tentatively stored in the memory 144 and performs subtraction operation for eliminating an image which is common to both image data, namely an unneeded data.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

---

**MENU**

**SEARCH**

**INDEX**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-231837

(43)公開日 平成5年(1993)9月7日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G 0 1 B 11/24

C 9108-2F

G 0 1 N 21/88

F 8304-2J

審査請求 未請求 請求項の数3(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-173562

(22)出願日 平成4年(1992)7月1日

(31)優先権主張番号 特願平3-342809

(32)優先日 平3(1991)12月25日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小池 菊代

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 井上 三津二

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 後藤 幸博

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

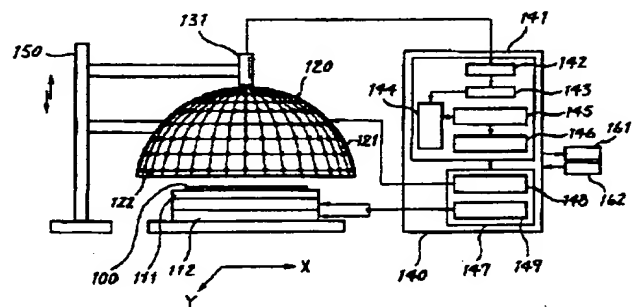
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 形状測定方法及び装置

(57)【要約】

【構成】 実装基板上の電子部品に施されたはんだ付け部に対し所定角度ごとに照明したときの正反射光を撮像し、それら撮像画像データ同士を引き算処理しあつて両者に共通する配線などのイメージを消去してから、はんだ付け部の形状を算出する。

【効果】 不要な画像情報を除去することによって画像処理を効率的に行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定対象物に対し所定角度ごとに照明する照明工程と、照明された測定対象物からの反射光を撮像して画像信号を出力する撮像工程と、画像データ同士を引き算処理して共通の画像情報を消去した第1の画像データを作成する第1の演算工程と、前記第1の画像データに基づいて測定対象物の形状を測定する第2の演算工程とを具備することを特徴とする形状測定方法。

【請求項2】 測定対象物に対し所定角度ごとに照明する照明工程と、照明された測定対象物からの反射光を撮像して画像信号を出力する撮像工程と、画像データ同士を引き算処理して共通の画像情報を消去した第1の画像データを作成する第1の演算工程と、前記第1の画像データ同士を引き算処理して共通の画像情報を消去した第2の画像データを作成する第2の演算工程と、前記第2の画像データに基づいて測定対象物の形状を測定する第3の演算工程とを具備することを特徴とする形状測定方法。

【請求項3】 測定対象物を載置する載置台と、前記測定対象物に対して複数の角度から照明する照明部と、照明された前記測定対象物を撮像して撮像画像データを出力する撮像部と、画像データを記憶する記憶手段と、撮像画像データ同士を引き算して共通の画像情報を消去する引き算手段と、画像データを演算処理して測定対象物の形状を算出する演算手段とを具備することを特徴とする形状測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【発明の目的】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、3次元物体の形状を測定する方法に係り、特に実装基板上に接合された電子部品のはんだ付け部分の形状測定方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子部品の装着状態の検査は主に目視に頼られていたが、近年、このような人手による作業を廃止して自動化すべく、各種検査装置が開発されている。

【0003】例えば、図7に示す形状測定装置は、本出願人が先にしたもので（特願平2-239009号）、はんだ付け部の形状を測定することによって電子部品の装着状態を検査するものである。この形状測定装置は、測定対象である実装基板を載置するステージ部(710)と、載置された実装基板(100)を照射する照明部と、照射された実装基板(100)からの反射光を撮像する撮像部と、撮像部からの出力に基づいて実装基板(100)上の電子部品のはんだ付けの状態を測定する画像処理装置(741)と、装置全体の動作を統御する制御装置(747)とを

$$\Theta_i = 90^\circ - (\theta_i + \phi_j) / 2 \quad (1)$$

【0009】また、同様に  $i+1$  番目の緯度上に配設されたLED(722)の入射角  $\theta_{i+1}$  と、その正反射光を受光する  $j$  番目のITVカメラ(731)がステージ部(710)

備えている。以下、この装置の構成と作用について説明する。

【0004】ステージ部(710)は、測定対象となる実装基板(100)を保持して水平に設置されており、XYテーブル（図示しない）によって面内方向に移動できるようになっている。

【0005】照明部は、中空かつ半球状の支持部材(721)と、支持部材(721)の経度及び緯度方向に規則的にかつ内部に向かって配設された複数のLED(722) …とからなり、開口部がステージ部(710)に対向して設置され、LED(722) …からの発光により載置台上の実装基板を照射できるようになっている。

【0006】撮像部は、例えばITV(Industrial Television)カメラ(731)などの撮像手段からなり、上記支持部材(721)の中央部に配設されており、LED(722) …によって照射された実装基板(100)上のはんだ付け部からの反射光を撮像して画像信号を出力するようになっている。なお、図7ではITVカメラ(731)は支持部材(721)の頂点から鉛直下方にステージ部(710)を撮像しているが、図3に示すようにそれ以外の箇所から、また複数のITVカメラで撮像するようにしてもよい。画像処理装置(741)は、撮像部から出力された画像信号を演算処理するようになっている。

【0007】制御装置(747)は各部に電氣的に接続され、ステージ部(710)内のXYテーブルに対しては、変位指令を発して実装基板(100)の測定位置がITVカメラ(731)の撮像位置となるよう水平移動させるようになっている。また、各LED(722) …の点灯を司っており、例えば同一緯度上に配設されたLED(722) …を一斉に点灯させ、また、緯度ごとに経度方向に順次点灯させることができるようになっている。また、ITVカメラ(731)にはLED(722) …の点灯に同期させて反射光を撮像させ画像信号を出力させるようになっている。次に、この形状測定装置の作用を説明する。

【0008】制御装置(747)からの指令を受けて、LED(722) …を点灯してステージ部(710)上の実装基板(100)は照射される。実装基板(100)上に装着された電子部品のリード線に施されたはんだ付け部は表面が光沢を有する。このため、照射光ははんだ付け部表面で正反射して上方に向かい、ITVカメラ(731)によって撮像される。ここで、 $i$  番目の緯度上に配設されたLED(722)の入射角  $\theta_i$  と、その正反射光を受光する  $j$  番目のITVカメラ(731)がステージ部(710)を見下す角  $\phi_j$  と、はんだ付け部の正反射部分の傾斜角  $\Theta_i$  との関係は、図4(a)から明らかなように下式(1)の通りとなる。

を見下す角  $\phi_j$  と、はんだ付け部の正反射部分の傾斜角  $\Theta_{i+1}$  との関係は、図4(b)から明らかなように下式(1)'の通りとなる。

$$\Theta_{i+1} = 90^\circ - (\theta_{i+1} + \phi_j) / 2$$

(1)

【0010】ITVカメラ(731)が撮らえた画像領域のうち明るい点はLED(722)の正反射光であり、式(1)などによりその明部での勾配が分かる。さらに $i+2$ ,  $i+3$ …番目の緯度のLED(722)…を順次発光させ、はんだ付け部のうち勾配が $\Theta_{i+1}$ ,  $\Theta_{i+2}$ …である各点からの正反射光をITVカメラ(731)で撮像して、各点での勾配を求める。ここで、実装基板(100)をXY平面に、その法線方向をZ軸に設定して、はんだ付け部の形状を下式(2)とする。

$$z = f(x, y) \quad (2)$$

【0011】任意の点 $(x, y)$ の高さ $z$ は、正反射光の撮像により得た勾配 $\Theta(x, y)$ を積分することによって求まり、求めた点 $(x, y, z)$ を結べばはんだ付け部の形状を測定することができる。

【0012】なお、LED(722)…の経度方向の配列を緻密するなどして、図8に示すようにはんだ付け部表面を細かく照射して各点での勾配を算出しておけば、 $\Theta(x, y)$ は略連続的な関数となり、通常の数学的演算によって、形状を示す式(2) $z = f(x, y)$ は求まる。しかしながら、効率上、勾配 $\Theta$ のサンプリングは図9に示すように疎らにしか行わないのが実情である。そ

$$\Theta_i = 90^\circ - (\theta_i + \phi_j) / 2 \pm \alpha \quad (3)$$

【0015】この幅 $\alpha$ は、光源自身の大きさの他に、測定対象物までの相対距離、ITVカメラ(731)の受光素子の感度や2値化レベルにも影響される。この場合も $\alpha$ が許容範囲内であれば計算上補正は可能である。以下、この $\alpha$ の形状測定への影響を、図10を用いて考察してみる。

【0016】実装基板(100)がステージ部(710)上に水

$$\begin{aligned} \Theta_{30} &= 90^\circ - (90^\circ + 30^\circ) / 2 \pm 5^\circ \\ &= 30^\circ \pm 5^\circ \end{aligned}$$

すなわち $25^\circ$ 乃至 $35^\circ$ となる。また、同一経度上で緯度が $50^\circ$ のLED(722)を点灯させた場合、正反射した部

$$\begin{aligned} \Theta_{50} &= 90^\circ - (90^\circ + 50^\circ) / 2 \pm 5^\circ \\ &= 20^\circ \pm 5^\circ \end{aligned}$$

すなわち $15^\circ$ 乃至 $25^\circ$ となる。さらに、同一経度上で緯度が $70^\circ$ のLED(722)を点灯させた場合、正反射した

$$\begin{aligned} \Theta_{70} &= 90^\circ - (90^\circ + 70^\circ) / 2 \pm 5^\circ \\ &= 10^\circ \pm 5^\circ \end{aligned}$$

【0017】すなわち $5^\circ$ 乃至 $15^\circ$ となる。そして、A, B, Cはいずれも面積を有しており、隣接するもの同士はその一部分AB, BCで重なり合っている。これら重なり合う部分は2つの勾配情報を有するものであり、ABは勾配が $25^\circ$ 、BCは勾配が $15^\circ$ と推定することができる。このように面光源の大きさを利用すればサンプリング点を増加させることと同様の効果を得ることができる。

【0018】はんだ付け部の形状測定は、前述の通り、

こで、はんだは熔融状態から凝固して連続的に変化する滑らかな形状を維持したものであることを勘案して、サンプリング点 $\Theta_1$ ,  $\Theta_2$ …から近似式を求めることになるが、実際にはこの近似式は式(2)と同等の精度と考えることができる。

【0013】なお、LED(722)…は、測定対象物の寸法に対して十分離れている方が測定面への入射角 $\theta$ の誤差が少なくなって好ましい。但し、十分離れていなくても誤差が許容範囲内であれば、光源の位置、大きさ、測定対象物との距離に基づいて計算上で補正することは可能である。

【0014】また、LED(722)…が点光源に近いほど、理想的にその反射面の勾配 $\Theta$ を求めることができる。しかしながら、点光源は製造技術面でもコスト面でも実用的でなく、実際のLED(722)…には指向性があり所定の面積を有するスポット光となっている。このLED(722)…の指向性のために、計算上の勾配 $\Theta$ の部分の他にその近傍も正反射することになる。ここで、入射光の広がり起因する勾配 $\Theta$ の誤差を $\alpha$ とおくと、式(1)は下式(3)のようになる。

平に載置され、その電子部品のリード線に施されたはんだ付け部をその鉛直上方に設置されたITVカメラ(731)で撮像しており、誤差の幅 $\alpha = 5^\circ$ とする。まず、緯度が $30^\circ$ のLED(722)を点灯させた場合、図10に示すはんだ付け部のうちAの部分が正反射する。Aの勾配 $\Theta_{30}$ は式(3)により、

分Bの勾配 $\Theta_{50}$ は、

部分Cの勾配 $\Theta_{70}$ は、

サンプリングされた勾配 $\Theta_i$ …に基づいて近似計算によって求める。以下この具体的な方法について図11乃至図13を用いて説明する。

【0019】図11のSは、リード線Qに施されたはんだ付け部であり、これを同一経線上に配設されたLED(722)…を高緯度の方から順次点灯させたときの各々の正反射部分A, B, C…を同一図面上に重ね合わせて描いている。はんだ付け部の概形は、はんだと金属との濡れ性のため、リード線Qの突出方向に沿って伸びるアーチ形

状をしておりリード線Qの先端部に近づくほど傾斜が緩やかになっている。ここで、各正反射部分A、B、C…の重心をそれぞれ $g_1$ 、 $g_2$ 、 $g_3$ …とし、上述の画像処理をして得た各正反射部分の勾配をそれぞれ $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ …とし、また、リードQの先端ではんだSと基板との境界を $g_0$ とする。ここで、隣接する重心間 $g_0$ 、 $g_1$ 、 $g_1$ 、 $g_2$ 、 $g_2$ 、 $g_3$ …の中点をそれぞれ $C_0$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ …とおき、 $C_0$ 、 $C_1$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ …間の距離をそれぞれ $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ …とおく。すると、 $C_1$ 、 $C_2$ それぞれの点におけるはんだ表面の高さ $z_1$ 、 $z_2$ はそれぞれ下式(4)、(5)によって算出される。

$$z_1 = L_1 \times \tan \theta_1 \quad (4)$$

$$z_2 = L_2 \times \tan \theta_2 + z_1 \quad (5)$$

したがって、同様の近似計算を繰り返すことによって、はんだ表面 $C_i$ 点での $z_i$ は

【0020】

【数1】

$$z_i = L_i \times \tan \theta_i + \sum_{j=1}^{i-1} z_j$$

であることが導き出される。このようにして求めた点 $z_1$ 、 $z_2$ …を3次元画面上にプロットして隣合う点を直線で結べば、図12に示すようにはんだ付け部分Sの断面概形が描き出される。また、別の経線上に配設されたLED(722)…を経度ごとに順次点灯させて同様に各点の高さを算出し、これらを同一座標上にプロットすると、図13に示すようにはんだ付け部分Sの3次元形状を描き出すことができる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実装基板上には、異物や凹凸、残留フラックス、配線パターンなど、はんだ付け部以外にも光沢を有する箇所がある。カメラはこれらからの散乱反射光も撮像してしまい誤認識の原因となっていた。

【0022】また、通常は測定対象物の形状・寸法は不明であるから、ITVカメラでは余裕を持って大きめの領域を撮像するようにしていた。したがって、不要な情報を多く含んだ画像データを処理しており、効率的でなかった。

【0023】また、実際に用いられる光源は点光源ではなく指向性を有するLEDのため、はんだ付け部の正反射面はその光線の広がりに応じた面積を有するものであった。すなわち、光の入射角とITVカメラが見下ろす角と正反射面の傾斜角の間には、式(3)に示す $\alpha$ のような不明な因子が含まれているため、画像処理が複雑なものとなっていた。

【0024】また、LEDを半球上の支持部材の内周に緯度方向に配列している。したがって、緯度に応じて円周が短くなり配設するLEDの個数も少なくなり、照明

むらを起こしていた。また、高緯度のLEDを点灯させた場合、実装基板表面を照らす割合が高くなり、ノイズとなる散乱反射光も増大していた。

【0025】そこで、本発明は、ノイズ光の影響や緯度ごとのLEDの点灯のための起こる照明むらの影響を軽減し、簡易かつ高信頼度の形状測定方法を提供することを目的とする。

【発明の構成】

【0026】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は上記解決課題を参酌してなされたものであり、測定対象物に対し所定角度ごとに照明する照明工程と、照明された測定対象物からの反射光を撮像して画像信号を出力する撮像工程と、画像データ同士を引き算処理して共通の画像情報を消去した第1の画像データを作成する第1の演算工程と、前記第1の画像データに基づいて測定対象物の形状を測定する第2の演算工程とを具備することを特徴とする形状測定方法である。

【0027】また、本発明は、測定対象物に対し所定角度ごとに照明する照明工程と、照明された測定対象物からの反射光を撮像して画像信号を出力する撮像工程と、画像データ同士を引き算処理して共通の画像情報を消去した第1の画像データを作成する第1の演算工程と、前記第1の画像データ同士を引き算処理して共通の画像情報を消去した第2の画像データを作成する第2の演算工程と、前記第2の画像データに基づいて測定対象物の形状を測定する第3の演算工程とを具備することを特徴とする形状測定方法である。

【0028】また、本発明は、測定対象物を載置する載置台と、前記測定対象物に対して複数の角度から照明する照明部と、照明された前記測定対象物を撮像して撮像画像データ出力する撮像部と、画像データを記憶する記憶手段と、撮像画像データ同士を引き算して共通の画像情報を消去する引き算手段と、画像データを演算処理して測定対象物の形状を算出する演算手段とを具備することを特徴とする形状測定装置である。

【0029】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は、本実施例に係る形状測定装置の構成を示す図である。

【0030】この形状測定装置は、実装基板(100)を載置するステージ部と、載置された実装基板(100)上の測定領域を照明する照明部(120)と、測定領域からの反射光を撮像して画像信号S1を出力する撮像部と、入力した画像信号S1を画像処理するとともに装置全体の動作を統御する演算制御部(140)とを備えている。

【0031】ステージ部は、真空吸引などによって実装基板(100)を所定の位置に載置する載置台(111)と、この載置台(111)を面内方向(XY方向)に駆動変位させるXYテーブル(112)とを備えており、実装基板(100)

上の任意のはんだ付け部(101)を所定位置に位置決めできるようにしている。

【0032】照明部(120)は、外乱光を遮る中空半球状の支持部材(121)と、支持部材(121)の経度方向に $10^\circ$ ごとおよび緯度方向に $5^\circ$ ごとに規則正しく半球の内側向きに配設された複数のLED(122)…とを備えており、支持部材(121)の開口部が上述のステージ部(110)と対向するように支柱(150)にて支持固定されている。各LED(122)…は、その光軸が支持部材(121)のなす半球の中心を向くように設置されており、各々の点灯は演算制御部(140)によって司られ、例えば同一緯度上にある1列のLED(122)…を経線方向に順次点灯させることができるようになっていいる。また、照明部(120)の載置台(111)からの高さ(Z位置)は、支柱(150)によって自在に調整できるようになっている。なお、光源は、指向性が小さく色むらの少ないものであればよく、LEDに限定されるものではない。また、経度方向に $10^\circ$ 、緯度方向に $5^\circ$ なるLEDの配列の間隔は説明の便宜上のものであり、これに限定されない。

【0033】撮像部は、例えばITVカメラ(131)などからなり、撮像画像の明るさに応じた画像信号S1を出力するようになっていいる。図1においてITVカメラ(131)は、支持部材(121)の頂点に設けられた透過孔からその内部を鉛直下方に撮像できるように支柱(150)によって支持固定されている。すなわち、ITVカメラ(131)は、任意のLED(122)…を点灯させた際には、はんだ付け部(101)などの光沢面に照射されて鉛直上方に正反射した光を撮像するようになっていいる。また、ITVカメラ(131)の撮像面の手前には拡大レンズ系(図示しない)が配設されており、撮像領域を任意にズームアップさせることができるようになっていいる。なお、撮像部は必ずしも支持部材(121)の頂点から実装基板(100)を撮像するものに限定されず、支持部材(121)のなす球面の任意の位置に透過孔を設けてそこから撮像するようにしてもよい。また、撮像範囲に死角をなくすために、図3に示すように複数の位置から撮像するようにしてもよい。また、図1ではLEDの配設位置とITVカメラの透過孔とを違えているが、ハーフミラーを用いて落射照明型にしてもよい。また、LED(122)を支持部材(121)で固設するのではなく、特願平4-101252号に示すように支持部材を回転させるなどしてLED(122)を移動させるようにしてもよい。

【0034】演算制御部(140)は、各部に電氣的に接続されており、撮像部から入力された画像信号S1を画像処理する画像処理装置(141)と、各部の動作を制御する制御装置(147)とを備えていいる。

【0035】画像処理装置(141)は、入力した画像信号S1を増幅する増幅回路(142)と、増幅された画像信号S2をアナログ-デジタル変換(以下、A/D変換とする)してデジタル画像信号S3を出力するA/D変換

回路(143)と、デジタル画像信号S3を画像データとして一時記憶する画像メモリ(144)と、画像データ同士を比較演算する演算回路(145)と、演算回路(145)からの出力に応じて測定対象物の形状を測定する測定回路(146)とを備えていいる。

【0036】画像メモリ(144)は、1回のLED(122)…の点灯によって取込まれた画像信号を1つの画像データとして順次所定のアドレスに記憶するようになっていいる。しかして、これらの画像データは、図2の(a)、(b)、(c)に示すように、撮らえた画像領域の明るさに応じた階調を有する画像情報を構成していいる。

【0037】演算回路(145)は、画像メモリ(144)に一時記憶されている2つの画像データを読み出して、これらを引き算処理して両画像データに共通するイメージを消去したり、これらを加算処理して両画像データを合成することができるようになっていいる。例えば、図2の(b)から同図(a)を引き算処理した画像データは同図(b')となり、同様に図2(c)から同図(a)を引き算処理した画像データは同図(c')となる。また、同図(b')と(c')とを加算処理した画像データは同図(d)のようになる。図2(d)に示す画像データは、同一緯度上に並んだLED(122)…の列ごとに順次点灯させて得た画像情報であり、そのパターンの形状や寸法は測定対象物の形状を反映したものとなっている。測定回路(146)は、引き算処理・加算処理して得た1個または複数の画像データに基づいて測定対象物の形状を算出するようになっていいる。

【0038】制御装置(147)は、各LED(122)…の点滅を制御する点灯制御回路(148)と、ステージ部に内蔵されたXYテーブルの駆動変位を制御するXYテーブル駆動制御回路(149)とを備えていいる。

【0039】点灯制御回路(148)は、支持部材(121)に規則的に配設されたLED(122)…の点灯順序を決定することができ、例えば同一緯度上に配設されたLED(122)…を一斉に点灯させ、また緯度ごとに順次点灯・消滅させることができるようになっていいる。

【0040】XY駆動制御回路(149)は、XYテーブル(112)によって載置された実装基板(100)を面内方向に移動させることができ、測定対象となるはんだ付け部がITVカメラ(131)の撮像領域内の中央になるよう変位させることができるようになっていいる。

【0041】また、制御装置(147)は、撮像部の拡大レンズ系にも電氣的に接続されており、これにズームアップ指令を発してITVカメラ(131)の撮像領域の大きさを設定できるようになっている。

【0042】なお、本実施例においては、演算制御部(140)にはCRTディスプレイやプリンタなどの表示部(161)と、コンソールなどの入力部(162)を備えており、ITVカメラ(131)の撮らえた画像を表示した形状測定結果を出力できるとともに、外部から指示を与えるこ



とができるようになっている。次に、この形状測定装置を用いた形状測定方法について説明する。

【0043】まず、実装基板(100)をステージ部(110)上の所定のXY位置に載置し、支持部材(121)の赤道面が実装基板(100)表面と略一致するように支持部材(121)の高さを調整する。

【0044】XY駆動制御回路(149)は駆動制御信号を発して、実装基板(100)の載置位置の情報に基づいて測定すべきはんだ付け部が撮像領域の中央に位置するようにXYテーブル(112)を駆動させる。点灯制御回路(148)は、同一緯度上に1列に並んだLED(122)…ごとに冗談から順次点灯させるように点灯制御信号を発する。

【0045】しかして、ITVカメラ(131)には、はんだ付け部からの正反射光や配線パターンなどからの散乱反射光が入射する。図2に、1列に並んだLED(122)を各緯度ごとに点灯させたときの撮像画像を示す。すなわち、同図(a), (b), (c)はそれぞれ緯度85°, 80°および75°上に並んだLED(122)…を各列ごとに一斉に点灯させた場合の撮像画像である。ITVカメラ(131)は、各列のLED(122)…の点灯に同期してこれらの反射光を撮像して、その明るさに応じた画像信号S1を出力する。増幅回路(142)は画像信号S1を入力してこれを増幅し、A/D変換回路(143)は増幅された画像信号S2を入力してデジタル画像信号S3を出力する。

【0046】画像メモリ(144)は、各列のLED(122)…の点灯によって取込まれた各デジタル画像信号S3を画像データとして所定のアドレスに記憶保持する。例えば、緯度85°, 80°および30°上のLED(122)…を各列ごとに一斉に点灯させて得た各画像データG85°, G80°, G30.はそれぞれ図2(a), (b), (c)と同様のパターンのものである。

【0047】ここで、最上段の緯度85°上に並んだLED(122)…を一斉に点灯させた場合を考える。はんだ付け部の適正な形状は、図8や図9に示す通りアーチ形状をなしてリード先端部にいくほど傾斜角は緩やかになっているものとする。その表面上からは、鉛直上方から $\phi=90^\circ$ で見下ろすITVカメラ(131)との間で式(1)を満たすような傾斜角 $\theta_{85}$ となる部分は極めて狭いことが容易に推察される。したがって、この場合ITVカメラ(131)は、はんだ付け部(101)からの正反射光はほとんど受光せずに、実装基板(100)表面上の異物や残留フラックス、配線パターンなどからの散乱反射光を撮像する場合がある。よって、図2(a)に示す画像データG85.内の明るい部分Naはこれら散乱反射光によるものである。また、緯度80°上に並んだLED(122)…を一斉に点灯させた場合、はんだ付け部表面のうち式(1)を満たす傾斜角 $\theta_{80}=5^\circ$ 付近の部分が緯度方向に沿って帯状をなして正反射するとともに、実装基板(100)表面も乱反射する。したがって、図2(b)に示す画像デ

ータG80.は、正反射光による明部Bと散乱反射光による明部Nbとからなる。以下、図2(c)に示す画像データG30.…もはんだ付け部からの正反射光による明部C…と、実装基板(100)表面からの散乱反射光による明部Nc…とからなっている。

【0048】演算回路(145)は、画像メモリ(144)からまず画像データG85.とG80.を読み出す。G85.およびG80.内には、上述の通りそれぞれ実装基板(100)表面からの散乱光によるイメージNa, Nbを含んでいる。これらNa, Nbは両画像データに共通するイメージであるとともに、はんだ付け部の形状とは関係のない不要の情報である。そこで、演算回路(145)では、G80.-G85.という引き算処理を行い、両画像データに含まれる共通のイメージを消去することによって、Na, Nbなる不要の情報を取り除き、図2(b')に示す画像データを作成する。次に、演算回路(145)は、画像メモリ(144)から画像データG30.を読み出して、G30.-G85.という引き算処理を行い、図2(c')に示すような不要の情報を取り除いた画像データを作成する。さらに演算回路(145)は、順次画像データG20., G10.…についても同様に引き算処理を行って、不要の情報を取り除いた画像データG20.-G85., G10.-G85.…を作成する。また、ITVカメラ(131)の分解能や画像信号のなまり、LED(122)…の指向性のために、各緯度上のLED(122)…による正反射面間に重なり部分を生ずることがある。この場合は、例えばG80.-G85.とG30.-G85., G30.-G85.とG20.-G85.のように隣接する画像データ同士を引き算処理しあうと、不要となる正反射面を消去するとともにパターンB, C…の輪郭を鮮明にする。

【0049】次に、演算回路(145)は、上述の手順によって得た各画像データG80.-G85., G30.-G85., G20.-G80.…を加算処理して、これらを同一の画像領域上に重ね合わせた画像データ $\Sigma G$ を作成する。例えば、画像データG80.-G85.とG30.-G85.についての加算処理を行った場合、 $\Sigma G$ は図2(d)のようになる。この $\Sigma G$ のパターンははんだ付け部の形状を反映したものとなっている。すなわち、 $\Sigma G$ 内の明部B, C…の面積、形状、間隔によって表面の凹凸やその緩急を知ることができる。測定回路(146)は、前述の従来の技術と同様の手順により、 $\Sigma G$ に基づいてはんだ付け部の形状測定や形状不良判定を行う。

【0050】正常なはんだ付け部がリードの先端部にいくほど傾斜が緩やかとなるアーチ形状をなしている場合を考える。高緯度のLEDの列を照射させて得た画像データの明部のパターンのほうが低緯度のLEDのそれよりもリード線の先端側にあるべきことが式(1)により容易に推察される。よって、測定回路(146)は、G80.-G85.がG30.-G85.よりもリード先端部に近いのか、すなわち、 $\Sigma G$ 内の明部のパターンが点灯したLE

D(122) …の緯度の順にしたがって整列しているか否かを判別することによって、はんだ付け部形状の凹凸に係る情報を得て、容易にはんだ付けの不良を判別することができる。

【0051】また、 $\Sigma G$ 内には測定対象であるはんだ付け部のみが明部として現れている。そこで、制御装置(147)は、図2(d)の破線で囲む部分Zを検査領域として設定して、 $\Sigma G$ のうちZの大きさまで撮像領域をズームアップさせるように撮像部(130)の拡大レンズ系に指令を発する。しかし、ITVカメラ(131)の画素の多くははんだ付け部の撮像に用いられかつ検査対象を効率的に抽出でき、画像データも不要の情報量が少なくなり、測定精度が向上する。

【0052】次に、この形状測定装置を用いた別の形状測定方法について図5および図6を用いて説明する。なお、便宜上鏡面をなす球体を測定対象として説明するが、ステージ部に載置し同一緯度に整列したLED(122) …を順次点灯させてその反射光をITVカメラ(131)で撮像する点は上述と同様なので説明を省略する。

【0053】高緯度、すなわち $80^\circ$ 、および $70^\circ$ 。上に整列配置されたLEDを各々点灯させた場合、式(1)によりそれぞれ傾斜が $\Theta_{80^\circ} = 5^\circ \pm \alpha$ および $\Theta_{70^\circ} = 10^\circ \pm \alpha$ の部分の正反射光がITVカメラ(131)に入射する。ITVカメラ(131)の撮らえる反射光の画像を横から眺めるとそれぞれ図5の斜線部に示す $G_{80^\circ}$ 、 $G_{70^\circ}$ のようになる。前述のように、高緯度では配列されるLEDの個数が少ないため照明むらが起こり、この結果、各反射領域のエッジは不鮮明になる。また、LEDの指向性などのために、図5に示すように $G_{80^\circ}$ と $G_{70^\circ}$ には重複部分Bが生ずる。また、高緯度のLEDからの照射では、球面上の傾斜が緩やかな部分は反射しやすくなり、ノイズQが生ずる。

【0054】まず、演算回路(145)は引き算処理 $G_{70^\circ} - G_{80^\circ}$ を行う。画像データ上の信号レベルは正の値しかとらないので、 $G_{70^\circ}$ の明部のうち $G_{80^\circ}$ と重複する部分はすべて消去されて、緯度 $70^\circ$ のLEDの点灯のみによる反射領域Aが抽出される。次に、引き算処理 $G_{70^\circ} - A$ を行い、 $G_{70^\circ}$ と $G_{80^\circ}$ との重複部分Bのみを抽出する。さらに、図6に示すように画像データB上の信号値をX方向およびY方向に投影処理して各軸方向での明部の周辺分布をとる。ここで、任意の閾値 $V_T$ を設定して各々の方向にて2値化処理を行う。すると、BのXY両方向での輪郭が明確化し、傾斜角 $\Theta_{80^\circ} = 5^\circ \pm \alpha$ の画像のノイズQを削除でき、反射領域の先端部分を検知することができる。これによって、照明むらやノ

イズに影響されることなく、目的となるパターンを抽出でき、測定対象物の形状を正確に測定することができる。なお、測定対象物が球面体でなく電子部品のはんだ付け部であっても同様の作用により形状を測定することが可能である。

【0055】なお、本実施例の作用の説明では、測定対象となるはんだ付け部が1つの場合しか述べていないが、これは説明の簡略化のためである。実際に電子部品のはんだ付け状態を測定する場合は、画面上で複数のリード部分に対してウインドウを設定して、一度にそれぞれの形状を測定することができるようになっており、航測処理が可能である。また、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で変形が可能である。

#### 【0056】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、ITVカメラの撮らえる画像情報の中から不要な情報を効果的に除去でき、また効率的に測定対象を抽出することができる。これらの結果、測定精度を飛躍的に向上させることができ、大きな工業的效果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る形状測定装置の構成を示す図である。

【図2】取込まれた画像データ（各緯度ごとにLEDを点灯させたときにITVカメラが撮らえた撮像領域）、および各画像データの画像処理を示す図である。

【図3】本発明の実施例に係る形状測定装置の変形例を示す図である。

【図4】形状測定方法の基本原理を示す図である。

【図5】本発明の実施例に係る形状測定方法を示す図である。

【図6】本発明の実施例に係る形状測定方法を示す図である。

【図7】従来の形状測定装置を示す図である。

【図8】従来の形状測定方法を示す図である。

【図9】従来の形状測定方法を示す図である。

【図10】従来の形状測定方法を示す図である。

【図11】従来の形状測定方法を示す図である。

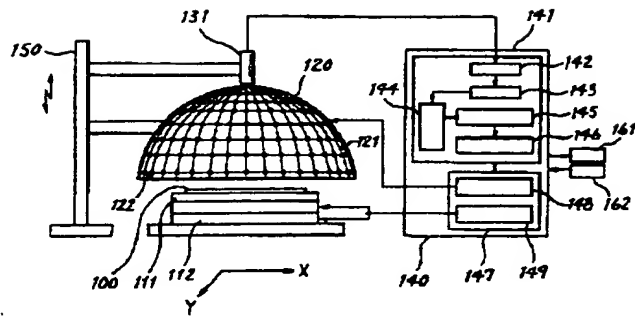
【図12】従来の形状測定方法を示す図である。

【図13】従来の形状測定方法を示す図である。

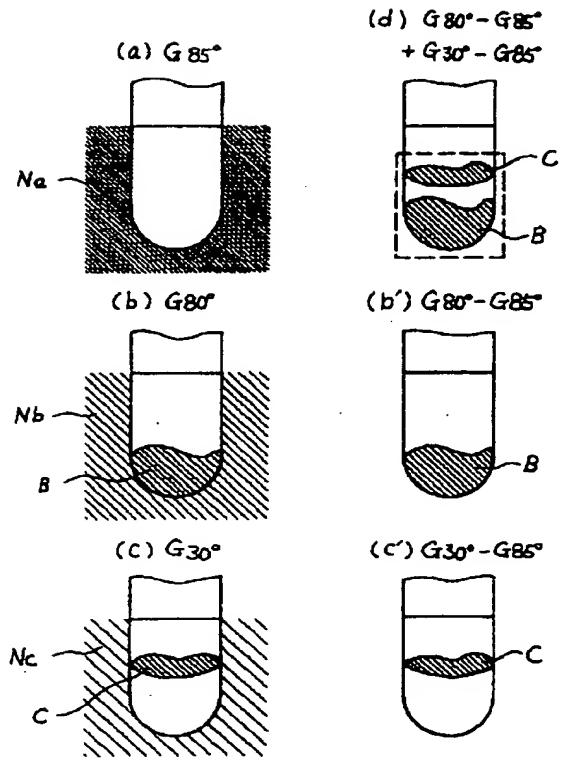
#### 【符号の説明】

100…実装基板、110…ステージ部、121…支持部材、122…LED、131…ITVカメラ、140…演算制御部、150…支柱。

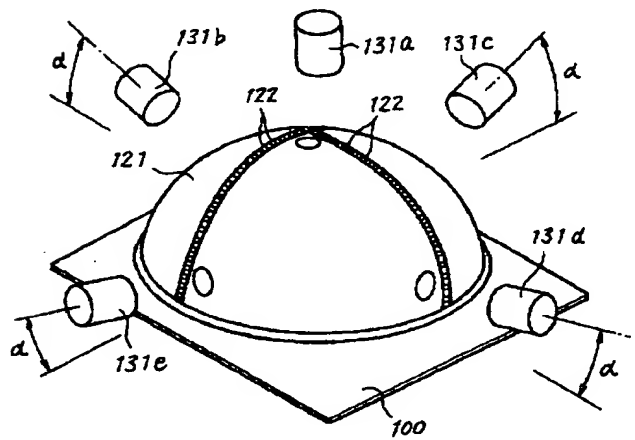
【図1】



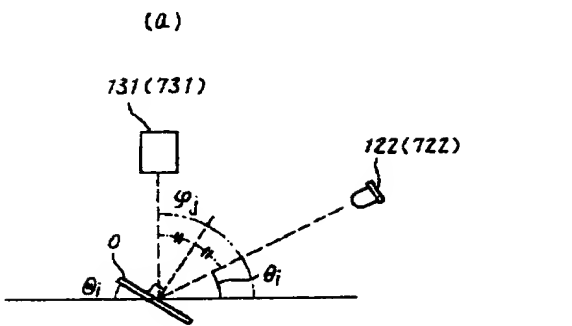
【図2】



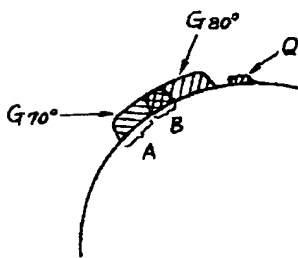
【図3】



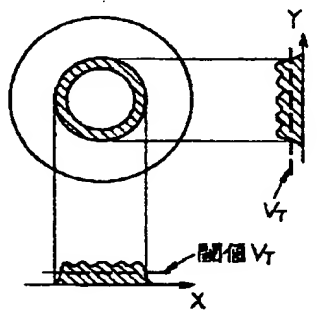
【図4】



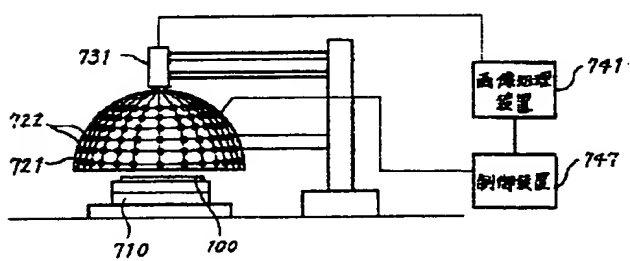
【図5】



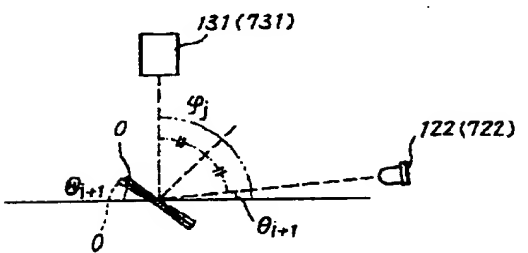
【図6】



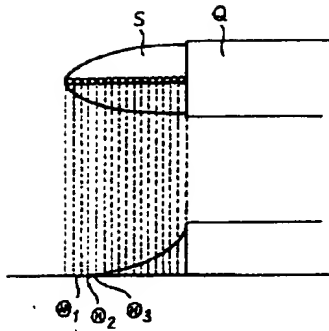
【図7】



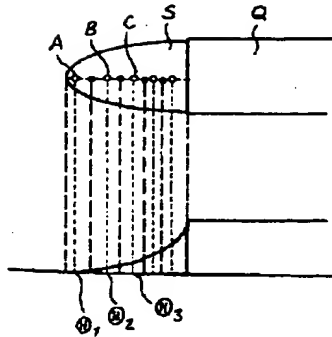
(b)



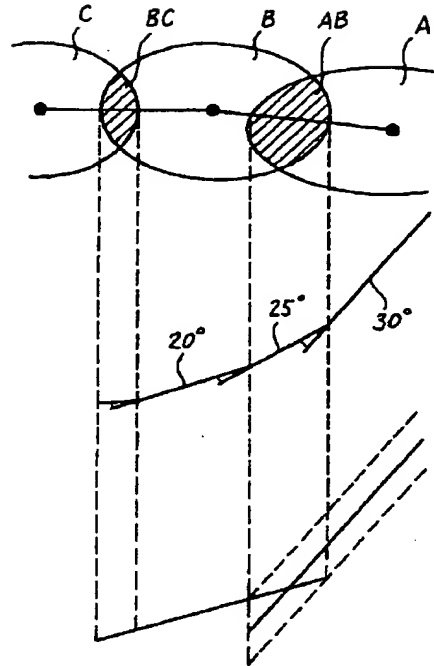
【図8】



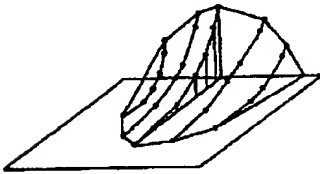
【図9】



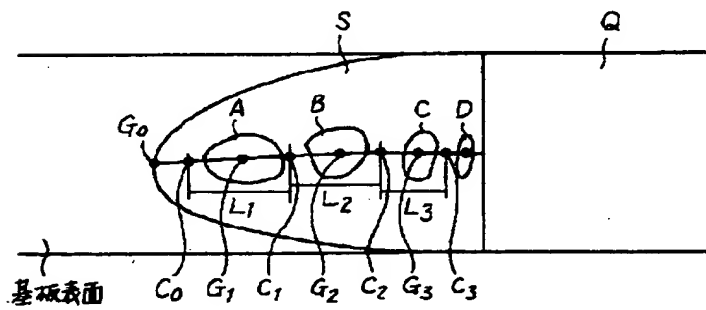
【図10】



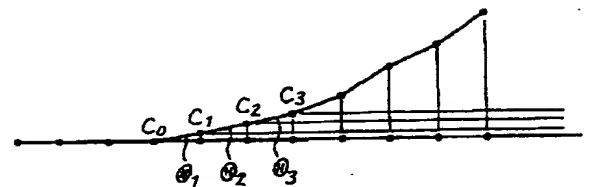
【図13】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72) 発明者 福留 裕二  
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株  
式会社東芝生産技術研究所内